

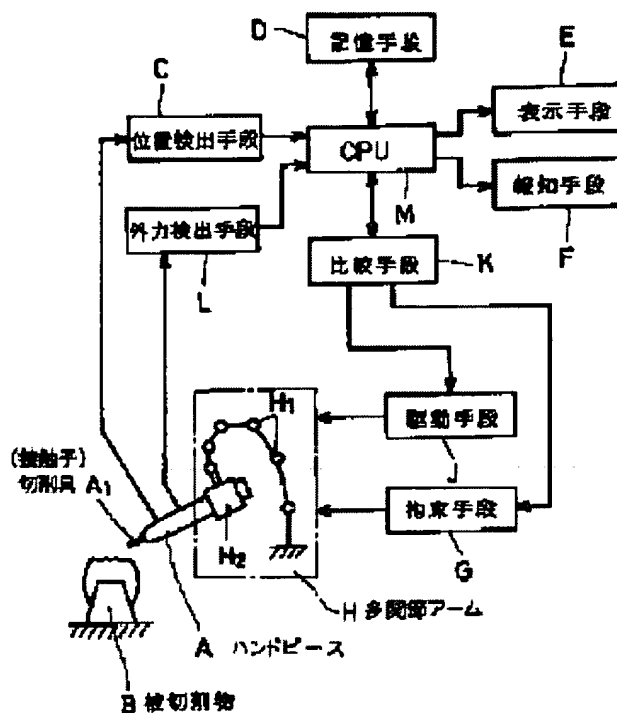
# JP5303327

**Patent number:** JP5303327  
**Publication date:** 1993-11-16  
**Inventor:** TSUTSUMI SADAMI; IKEDA TOSHIKI; NISHIKAWA KAZUO  
**Applicant:** MORITA MFG  
**Classification:**  
- international: G09B23/28; A61C19/00  
- european:  
**Application number:** JP19920136094 19920427  
**Priority number(s):** JP19920136094 19920427

Report a data error here

## Abstract of JP5303327

**PURPOSE:**To provide the simulation device which is adapted to acquirement of the technique of a cutting medical treatment using a hand piece. **CONSTITUTION:**The relative position to an object B to be cut, the direction, etc., of a hand piece A are detected by a position detecting means C and are successively stored, and momentary values of the position and the direction and the locus of the hand piece A are displayed on a display means or the motion of the hand piece A is limited by a limiting means G or the hand piece A is driven by a driving means J to reproduce the motion preliminarily stored in a storage means D in accordance with stored data. Thus, various uses such as comparison and examination between the motion of the hand piece due to a trainer and that due to a trainee are possible, and a great effect is obtained in the training of cutting technique.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-303327

(43) 公開日 平成5年(1993)11月16日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 B 23/28		7143-2C		
A 6 1 C 19/00		7108-4C	A 6 1 C 19/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数22(全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平4-136094

(22) 出願日 平成4年(1992)4月27日

(71) 出願人 000138185

株式会社モリタ製作所

京都府京都市伏見区東浜南町680番地

(72) 発明者 堤 定美

京都市右京区太秦森ヶ前町2

(72) 発明者 池田 利昭

京都市伏見区東浜南町680 株式会社モリ  
タ製作所内

(72) 発明者 西川 和夫

京都市伏見区東浜南町680 株式会社モリ  
タ製作所内

(74) 代理人 弁理士 松野 英彦 (外1名)

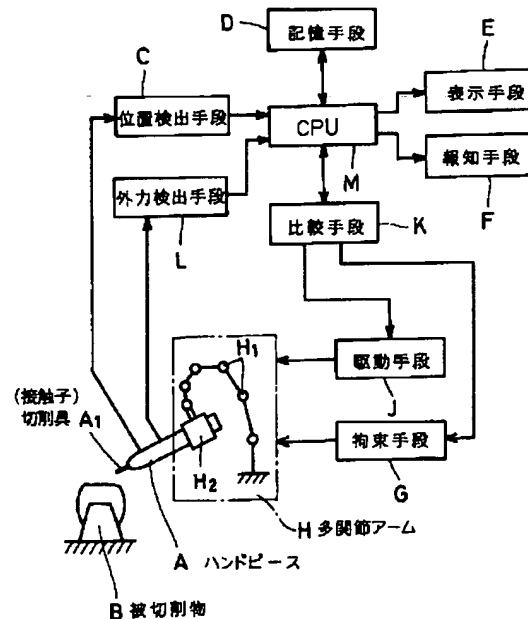
(54) 【発明の名称】 医療用切削シミュレーション装置

(57) 【要約】

【目的】 ハンドピースを用いて行う切削治療の技術修得に適したシミュレーション装置を提供する。

【構成】 ハンドピースAの被切削物Bに対する相対的な位置と向きなどを位置検出手段Cで検出して逐次記憶し、記憶されたデータによりハンドピースの位置と向きの瞬時値や軌跡を表示手段Eに表示したり、ハンドピースの動きを拘束手段Gで制限したり、ハンドピースを駆動手段Gで駆動してあらかじめ記憶手段Dに記憶させた動きを再現したりできるようにした。

【効果】 ハンドピースの動きを指導者と受講者について比較検討するなど種々の使い方ができ、切削技術の教育に大きな効果が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンドピースを用いて行う切削治療を実習するための医療用切削シミュレーション装置であつて、

切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶されたハンドピースの位置及び向きの瞬時値及び／又は軌跡を表示する表示手段、とを備えたことを特徴とする医療用切削シミュレーション装置。

【請求項2】 被切削物に対するハンドピースの相対的な位置及び向きの変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつある位置及び向き若しくは変化速度をあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度と比較し、両者の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に報知または表示する報知手段を設けた請求項1記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項3】 ハンドピースを用いて行う切削治療を実習するための医療用切削シミュレーション装置であつて、

切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に变化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、被切削物に対するハンドピースの相対的な位置及び向きの変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とを比較し、両者の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に多関節アームの動きを拘束してハンドピースの位置及び向きの変化を制限する拘束手段、とを備えたことを特徴とする医療用切削シミュレーション装置。

【請求項4】 拘束手段が、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とを比較し、両者の差に応じて拘束力を変化させるように構成された請求項3記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項5】 ハンドピースを用いて行う切削治療を実習するための医療用切削シミュレーション装置であつて、

切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に变化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、

あらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度を再現するように上記多関節アームを駆動する駆動手段、とを備えたことを特徴とする医療用切削シミュレーション装置。

【請求項6】 位置検出手段が、ハンドピースに取り付けられた磁気又は音波の発生源と、この発生源の位置を測定する測定部とで構成された非接触位置検出装置である請求項1乃至5のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

10 【請求項7】 位置検出手段が、ハンドピースを保持した多関節アームの各関節に設けられた回転角度センサとこれら回転角度センサの出力値からハンドピースの位置及び向きを算出する演算部とで構成された位置検出装置である請求項1乃至5のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項8】 ハンドピースホルダーがその位置及び向きを自由に变化できるように多関節アームの先端に設けられ、このハンドピースホルダーでハンドピースが保持されると共に、多関節アームにはハンドピースホルダーまでの重量を実質的に打ち消すためのバランス手段が備えられている請求項1乃至5のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項9】 被切削物が歯牙模型、顎模型、咬合模型等の歯科模型である請求項1乃至5のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項10】 歯科模型の形状データがあらかじめ記憶手段に記憶されており、歯科模型が2次元若しくは3次元の画像として表示手段に表示されるように構成された請求項9記載の医療用切削シミュレーション装置。

30 【請求項11】 表示手段が頭部搭載型ディスプレイである請求項10記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項12】 ハンドピースが所定の切削位置に来た場合に、ハンドピースの動きに対応して表示手段に表示された歯科模型の画像から被切削部位が消去されるように構成された請求項10又は11記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項13】 ハンドピースを用いて行う切削治療を実習するための医療用切削シミュレーション装置であつて、

40 切削具又は切削具と同一形状の接触子を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に变化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの基準点に対する絶対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、ハンドピースに加わる外力を検出する外力検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向き並びに外力を逐次記憶すると共に被切削物の形状データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された被切削物の形状を2次元若しくは3次元の画像として表示する表示手段と、ハンドピースの位置及び向き並びに外力

の変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き並びに外力若しくはこれらの変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き並びに外力若しくはこれらの変化速度とを比較し、両者の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に多関節アームの動きを拘束してハンドピースの位置及び向きの変化を制限する拘束手段、とを備えたことを特徴とする医療用切削シミュレーション装置。

【請求項14】 拘束手段が、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き並びに外力若しくはこれらの変化速度とを比較し、両者の差に応じて拘束力を変化させるように構成された請求項13記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項15】 あらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度を再現するように多関節アームを駆動する駆動手段を設けた請求項13記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項16】 位置検出手段が、ハンドピースに取り付けられた磁気又は音波の発生源と、この発生源の位置を測定する測定部とで構成された非接触位置検出装置である請求項13乃至15のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項17】 位置検出手段が、多関節アームの各関節に設けられた回転角度センサとこれら回転角度センサの出力値からハンドピースの位置及び向きを算出する演算部とで構成された位置検出装置である請求項13乃至15のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項18】 ハンドピースホルダーがその位置及び向きを自由に变化できるように多関節アームの先端に設けられ、このハンドピースホルダーでハンドピースが保持されると共に、多関節アームにはハンドピースホルダーまでの重量を実質的に打ち消すためのバランス手段が備えられている請求項13乃至15のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項19】 表示手段に表示される被切削物が歯牙模型、顎模型、咬合模型等の歯科模型である請求項13乃至15のいずれかに記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項20】 表示手段が頭部搭載型ディスプレイである請求項19記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項21】 ハンドピースが所定の切削位置に来た場合に、ハンドピースの動きに対応して表示手段に表示された歯科模型の画像から被切削部位が消去されるように構成された請求項19又は20記載の医療用切削シミュレーション装置。

【請求項22】 ハンドピースを用いて行う切削治療を実習するための医療用切削シミュレーション装置であって、

接触子を備えたハンドピースと、接触子の先端が被切削物に接触した時の被切削物に対する接触子先端の相対的な位置を検出する位置検出手段と、検出された接触子先端の位置を逐次記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された接触子先端の位置の瞬時値及び／又は軌跡を表示する表示手段、とを備えたことを特徴とする医療用切削シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、歯科や耳鼻科等における切削治療を修得するための医療用切削シミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】医療教育の目的は医学的知識と医療技術の修得にあり、特に医療技術については、治療や手術手技を説明した文章と図や写真などの平面画像によるテキストを用いた講座、あるいは人体模型を用いた実習などが教育カリキュラムに組み込まれている。しかし、臨床熟練者の技術を文章で正確に表現することは無理であるし、図や写真などを併用しても技術を正確に伝承させることは困難であり、受け取る側の理解度にも個人差がある。又、医療行為は非定形的で動的な技術であって、常に患者からフィードバックされる種々の情報により変化する性質を持つものとしてとらえるべきである。歯科や耳鼻科等の治療における歯や骨の切削についても例外ではなく、人体模型を用いた実習には限界があり、臨床熟練者の技術を伝承する手段としては十分とは言えない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この発明はこの点に着目し、ハンドピースを用いて行う切削治療技術の修得に適したシミュレーション装置を提供し、臨床熟練者の技術を容易に伝承できるようにすることを課題としてなされたものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題を達成するために、この出願に係る医療用切削シミュレーション装置の第1の発明においては、切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶されたハンドピースの位置及び向きの瞬時値及び／又は軌跡を表示する表示手段、とを備えている。又、上記の装置において、被切削物に対するハンドピースの相対的な位置及び向きの変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつある位置及び向き若しくは変化速度をあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度と比較し、両者

の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に報知または表示する報知手段を設けている。

【0005】又第2の発明においては、切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に変化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、被切削物に対するハンドピースの相対的な位置及び向きの変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とを比較し、両者の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に多関節アームの動きを拘束してハンドピースの位置及び向きの変化を制限する拘束手段、とを備えている。上記の拘束手段は、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とを比較し、両者の差に応じて拘束力を変化させるように構成することができる。

【0006】又第3の発明においては、切削具を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に変化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向きを逐次記憶する記憶手段と、あらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度を再現するように上記多関節アームを駆動する駆動手段、とを備えている。

【0007】上記の各発明において、位置検出手段としては、ハンドピースに取り付けられた磁気又は音波の発生源と、この発生源の位置を測定する測定部とで構成された非接触位置検出装置が採用可能である。又、ハンドピースを多関節アームで保持する場合には、多関節アームの各関節に設けられた回転角度センサとこれら回転角度センサの出力値からハンドピースの位置及び向きを算出する演算部とで位置検出装置を構成することができる。又、上記の多関節アームとしては、ハンドピースホルダーをその位置及び向きを自由に変化できるように多関節アームの先端に設け、このハンドピースホルダーでハンドピースを保持すると共に、ハンドピースホルダーまでの重量を実質的に打ち消すためのバランス手段を備えたものが採用可能である。

【0008】本装置が歯科用の場合には、被切削物として歯牙模型、顎模型、咬合模型等の歯科模型が用いられる。この歯科模型は実体模型であってもよいが、その形状データをあらかじめ記憶手段に記憶させておき、2次元若しくは3次元の画像として表示手段に表示したものとすることもできる。この画像による模型の場合、表示

手段として頭部搭載型ディスプレイの使用が可能である。又これらの画像による模型の場合には、ハンドピースが所定の切削位置に来た時に、ハンドピースの動きに対応して表示手段に表示された歯科模型の画像から被切削部位が消去されるように構成することができる。

【0009】更に第4の発明においては、切削具又は切削具と同一形状の接触子を備えたハンドピースと、このハンドピースをその位置及び向きを自由に変化できるように保持する多関節アームと、ハンドピースの基準点に対する絶対的な位置及び向きを検出する位置検出手段と、ハンドピースに加わる外力を検出する外力検出手段と、検出されたハンドピースの位置及び向き並びに外力を逐次記憶すると共に被切削物の形状データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された被切削物の形状を2次元若しくは3次元の画像として表示する表示手段と、ハンドピースの位置及び向き並びに外力の変化速度を逐次算出すると共に、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き並びに外力若しくはこれらの変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き並びに外力若しくはこれらの変化速度とを比較し、両者の差があらかじめ設定された限界値を超えた場合に多関節アームの動きを拘束してハンドピースの位置及び向きの変化を制限する拘束手段、とを備えている。

【0010】上記の拘束手段は、検出又は算出されつつあるハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度とを比較し、両者の差に応じて拘束力を変化させるように構成することができる。又上記の装置において、あらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの位置及び向き若しくはその変化速度を再現するように多関節アームを駆動する駆動手段を設けることができる。

【0011】更に上記の装置において、位置検出手段としては、ハンドピースに取り付けられた磁気又は音波の発生源と、この発生源の位置を測定する測定部とで構成された非接触位置検出装置が採用可能であり、又、多関節アームの各関節に設けられた回転角度センサとこれら回転角度センサの出力値からハンドピースの位置及び向きを算出する演算部とで位置検出装置を構成することができる。又、上記の多関節アームとしては、ハンドピースホルダーをその位置及び向きを自由に変化できるように多関節アームの先端に設け、このハンドピースホルダーでハンドピースを保持すると共に、ハンドピースホルダーまでの重量を実質的に打ち消すためのバランス手段を備えたものが採用可能である。

【0012】本装置が歯科用の場合には、被切削物として歯牙模型、顎模型、咬合模型等の歯科模型が用いられる。この歯科模型は実体模型のほか、2次元若しくは3次元の画像として表示手段に表示したものとするこ

できる。この画像による模型の場合、表示手段として頭部搭載型ディスプレイの使用が可能である。又これらの画像による模型の場合には、ハンドピースが所定の切削位置に来た時に、ハンドピースの動きに対応して表示手段に表示された歯科模型の画像から被切削部位が消去されるように構成することができる。

【0013】更に第5の発明においては、接触子を備えたハンドピースと、接触子の先端が被切削物に接触した時の被切削物に対する接触子先端の相対的な位置を検出する位置検出手段と、検出された接触子先端の位置を逐次記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された接触子先端の位置の瞬時値及び／又は軌跡を表示する表示手段、とを備えている。

【0014】図1はこの発明の装置の基本的な構成を総合的に示す図である。Aはハンドピース、Bは被切削物、Cは位置検出手段、Dは記憶手段、Eは表示手段、Fは報知手段、Gは拘束手段、Hは多関節アーム、Jは駆動手段であり、Kは報知手段Fや拘束手段Gを作動させるためにデータを比較する比較手段、Lは外力検出手段、Mは以上の各手段や装置全体の動作を制御するCPUである。A<sub>1</sub>はハンドピースAの先端に備えられている切削具又は切削具と同一形状の接触子、H<sub>1</sub>はハンドピースHの関節、H<sub>2</sub>は多関節アームHの先端に設けられたハンドピースホルダーであり、多関節アームHが使用される場合にはハンドピースAはこのホルダーH<sub>2</sub>で保持される。なお、図1は各発明における主要な構成要素をすべて示しており、発明の内容に応じて上記の各構成要素が組み合わされるので、発明によっては一部の構成要素は不要となる。

【0015】

【作用】ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置と向きを検出して逐次記憶し、記憶されたデータによりハンドピースの位置と向きの瞬時値及び／又は軌跡を表示することにより、切削作業時のハンドピースの動きを再現表示して、理想の場合とそうでない場合、例えば指導者と受講者のハンドピースの操作を比較検討することができる。又、ハンドピースの動きをあらかじめ記憶手段に記憶させたものと比較して、報知手段により両者の差が限界値を超えた場合に報知したり、拘束手段により両者の差が大きくなるように動きを制限したり、駆動手段によりあらかじめ記憶手段に記憶させたハンドピースの動きを再現したりすることができる。

【0016】以上の構成により、指導者によるハンドピースの動きを受講者に理解させ、所要の技術を修得させることが容易となる。この場合、ハンドピースを保持する多関節アームとしてバランスアームを用いることにより、ハンドピースの重量のみを手を感じながら自然な状態でハンドピースを操作することができる。特に、歯科治療においては歯を切削することが多いが、被切削物を歯科模型とすることにより歯の切削技術の修得に効果が

ある。

【0017】被切削物を画像上の模型として表示手段に再現表示するようにしたものでは、コンピュータグラフィックスと組み合わせることによってより高度なシミュレーション装置が得られる。特に近年急速に発展しつつあるマン・マシンインターフェース、例えば人工現実感用の頭部搭載型ディスプレイを使用することにより、効果的なシミュレーションを行うことができる。上記の頭部搭載型ディスプレイはHMD(Head Mounted Display)と略称されているもので、3次元的な架空空間に被検部の立体画像を映し出し、あたかも現実の患部を診療しているような臨場感あふれる擬似体験を通して医療技術を体得することが可能となる。歯科の場合には、ハンドピースの動きに対応して表示手段に表示された歯科模型の画像から被切削部位が消去されることによって、現実 に即した切削技術の修得が可能となる。

【0018】又、接触子を備えたハンドピースを用いて被切削物に対する接触子先端の相対的な位置を検出し、これを記憶して表示するようにしたものでは、被切削物の形状を測定することができる。従って、本装置をまず3次元形状の測定装置として利用して例えば任意の形状の歯牙模型の形状データを取り込み、その後でこのデータに基づいて歯牙模型の画像を表示再現して切削動作に移るというような操作が可能となるのである。

【0019】

【実施例】以下、図示の実施例について説明する。まず、被切削物を実際に切削することを前提とした第1乃至第3の発明において、被切削物として歯科模型が使用される実施例について述べる。図2は実施例の装置のブロック図であり、1はハンドピース、1aは切削具、2は位置センサ、3は外部メモリ、4は表示部、5は報知部、6は拘束／駆動機構、7は圧力センサ、8はフートスイッチ、9はキーボード、10はハンドピース作動回路、11は表示部4を作動させるためのビデオ信号発生器、12は報知部5を作動させるための報知部作動回路、13は拘束／駆動機構6を作動させるためのアーム作動回路、14はコンピュータ、15は多関節アーム、16は歯科模型である。この図2も図1と同様に実施例の装置の構成を総合的に示しており、発明に応じて各構成要素の仕様や組み合わせが適宜選択される。

【0020】上記のコンピュータ14は、CPUのほか、内部メモリや入出力ポートを備えており、フートスイッチ8やキーボード9からの指令信号、あるいは各メモリのデータなどに応じて所定の制御プログラムに従って装置全体の動作を制御するものである。位置センサ2は、例えば多関節アーム15の各関節に組み込まれたロータリーエンコーダのような回転角度センサを備えたもので、ハンドピース1、すなわち切削具1aの位置や向きは、位置センサ2の検出信号に基づいてコンピュータ14で演算することによって算出される。

【0021】なお、この位置センサ2としては上述のような回転角度センサではなく非接触式のものを使用することもできる。これはハンドピース1に磁気又は音波などの発生器を取り付け、磁気や音波を測定して発生器の位置を検出するものであり、例えば特公平3-61451号公報に開示されているような磁気式のものが利用可能である。この場合には位置検出の目的で多関節アームを使用する必要はないので、アームを駆動しない仕様であればフレキシブルアームを使用し、あるいはハンドピースを直接手で持つようにすることができる。

【0022】表示部4は、検出されたハンドピース1の位置及び向き、歯科模型16の形状やその他のデータを数字で、あるいは画像として表示するものである。通常、この表示部には図2に例示したようなCRTディスプレイ4aが使用されるが、前述したように頭部搭載型ディスプレイ4bを使用することもできる。なお、必要に応じてデータや画像をハードコピーとして出力するプリンターを表示部4に設けることもできる。報知部5は、例えばブザーやスピーカーを備えていて各種の情報を信号音や音声で報知するものであるが、そのほか光や振動によって報知するなど他の機能を備えることもできる。

【0023】又、拘束/駆動機構6は、ハンドピース1の動きを既にメモリに記憶されたものと比較して両者の差があらかじめ設定されている限界値を超えた場合に、関節にブレーキを掛けて多関節アーム15の動きを制限したり、関節を駆動してあらかじめメモリに記憶させたハンドピースの動きを再現したりするものである。圧力センサ7は、ハンドピース1と歯科模型16との間に作用する外力を検出して切削時の押し付け力を検出するものである。この拘束/駆動機構6と圧力センサ7については具体的な構成の例を後述する。

【0024】次に、図3により多関節アーム15の一例を説明する。図において、21は基台、22は基台21に固定された支柱、23乃至28は軸受部、29及び30はアーム、31はハンドピースホルダー、32及び33はカウンターバランスである。

【0025】支柱22に固定された軸受部23は軸受部24を水平な面に沿って回転可能なように支持しており、軸受部24には垂直な面に沿って回転可能なように2本のアーム29が取り付けられ、その先端は軸受部25に回転可能に取り付けられて平行リンクを構成している。同様に軸受部25には垂直な面に沿って回転可能なように2本のアーム30が取り付けられ、その先端は軸受部26に回転可能に取り付けられて平行リンクを構成している。又、軸受部26には垂直な面に沿って回転可能なように軸受部27が取り付けられ、この軸受部27には水平な面に沿って回転可能なように軸受部28が取り付けられ、更に軸受部28には軸受部27の回転方向に対して直交する垂直な面に沿って回転可能なようにハ

ンドピースホルダー31が取り付けられている。

【0026】すなわち、多関節アーム15は6個の関節15aを持つ6自由度のアームとなっているのであり、ハンドピースホルダー31に保持されたハンドピース1は一定の範囲で自由に動かすことができる。各軸受部23～28にはそれぞれロータリーエンコーダ23a～28aが設けられており、それぞれの回転角度 $\theta_1 \sim \theta_6$ をコンピュータ14に入力して演算することによって、任意の点を原点として設定された座標上におけるハンドピース1の位置と方向が検出される。

【0027】一方、カウンターバランス32はアーム29から先の構成部材の全重量とバランスするようにアーム29の1本を反対側に延長して取り付けられ、又カウンターバランス33はアーム30から先の構成部材の全重量とバランスするようにアーム30の1本を反対側に延長して取り付けられており、バランス調整のために取り付け部はねじ構造となっている。従って、ハンドピースホルダー31までの重量が実質的に打ち消され、ハンドピース1の重量のみを手を感じながら自然な状態で操作することが可能となるのであり、必要に応じてハンドピース1の重量も含んだ状態でバランスさせることもできる。なお、多関節アームはスプリングを用いた方式のバランスアームとすることもできる。

【0028】次に、図4～9により拘束/駆動機構6の実施例を説明する。図4は電磁クラッチ方式の例である。図において、41は軸受部、42はシャフト、43はシャフト42に固定されたアーム、44はロータリーエンコーダ、45はシャフト42の他端に固定された磁性材料からなる摩擦板、46はこの摩擦板45に対向して配置された電磁石、46aは電磁石のコイル、47は電磁石46を摩擦板45から離れる方向に付勢するスプリングである。すなわち、コイル46aに通電されると電磁石46が摩擦板45に吸引され、シャフト42がロックされて関節15aはその時の角度で固定される。図5はソレノイド方式の例を示したもので、(a)はソレノイド48でブレーキシュー49を押し引きしてシャフト42に制動を掛けるようにしたもの、(b)はソレノイド48でベルト50を引いて制動を掛けるようにしたもの、(c)はソレノイド48で爪51を押し引きし、シャフト42に固定されたギヤ52に係合させて制動を掛けるようにしたもの、をそれぞれ示している。

【0029】以上は単に制動力をオンオフするタイプであるが、図6～8は制動力を変化できるようにした例である。図6はモータ方式の例であって、ブレーキシュー55をホルダー56で回転しないように保持し、モータ57の出力軸58のねじ部をブレーキシュー55に螺合してある。このため、モータ57が作動して出力軸58が回転するとブレーキシュー55が軸方向に移動し、シャフト42との摩擦による制動力が変化するのである。図7はシリンダ方式の例を示したものである。61は空

気や油などの流体圧力で作動するシリンダ、62はシリンダのピストン61aの出力軸に固定された作動板であり、この作動板62をシャフト42の端面に固定された摩擦板63に対向配置し、作動油などの流体を制御して作動板62を押し引きすることにより制動力を変化させるのである。

【0030】又、図8はゴムアクチュエータ方式の例である。65は球状のゴムアクチュエータ、66は作動板62を摩擦板63の方向に付勢するスプリングであり、図7と同様にシャフト42に固定された摩擦板63に作動板62を対向配置し、この作動板62をゴムアクチュエータ65で押し引きするようになっている。すなわち、ゴムアクチュエータ65に流体が供給されるとアクチュエータ65が丸くなり、作動板62は鎖線のように摩擦板63から離れる方向に引き戻されるが、アクチュエータ65から流体が抜けると実線のようにスプリング66で作動板62が摩擦板63の方向に付勢されるのであり、アクチュエータ65への流体の供給圧力を加減することにより制動力が変化するのである。

【0031】図9は制動力を変化させると共に駆動力も発生させるようにした例である。すなわち、制動力を生ずる部分の機構は図6と同様であるが、ここでは図6におけるロータリーエンコーダ44の代わりにロータリーエンコーダ69aを内蔵したモータ69を設けてある。従って、モータ69が作動するとシャフト42が回転してこれに固定されたアーム43が回転し、ロータリーエンコーダ69aの検出信号から所定の角度だけ回転したことが検出されるとその角度で停止する。又、モータ57が作動して出力軸58が回転するとブレーキシュー55が移動し、シャフト42との摩擦による制動力が変化するのである。

【0032】このような拘束／駆動機構6を装置の仕様に於て所望の機能を有するものを適宜選択することにより、関節15aの動きを制限して多関節アーム15の形状変化を停止させたり、既にメモリに記憶させたハンドピースの動きを再現したりすることができるのである。なお、上述した拘束／駆動機構6は各関節15aにそれぞれ分散して設ける構成の例であり、例えば各関節15a用の小形モータを軸受部23かこれに近い軸受部24に集中して設け、各軸受部との間を細いワイヤベルトで連結するなど、他の方式を採用することもできる。

【0033】次に圧力センサ7について説明する。図10はハンドピース1の先端部分を示したものである。1bは切削具1aが取り付けられた回転子、1cはベアリングであり、この回転子1bとハンドピース1の本体の間に歪ゲージ7aを複数個設けてある。従って、切削具1aが歯科模型に接触して切削状態になるとその時の押し付け力に於て応力が歪ゲージ7aに加わり、それらの検出信号をコンピュータ14に入力して演算することによって押し付け力が検出される。なお、このような圧

力センサを使用せず、切削具1aが歯科模型に接触した時の回転音の変化をマイクで拾って接触を検出することも可能である。

【0034】以上のような各部の動作をはじめ、装置全体の動作は前述したようにコンピュータ14によって制御される。この制御のためのプログラムは装置の仕様に於て所定の機能を実現するように作成されるものである。次に、これらの細かい点は省略して制御の基本的な手順について図11及び図12により説明する。まず、ステップS1で既知の歯科模型16の形状と使用されるハンドピース1の切削具1aを含む先端の形状が入力され、指導者データの取り込みか否かが判定され、そうであればステップS2に、そうでなければステップS11に進む。ステップS2ではハンドピース1がスタート位置にあるか否かが判定され、否であればハンドピースが持ち上げられて操作が開始される状態であると判定され、更にハンドピース1が回転しているか否かが判定される。そして否であればその旨報知されて回転するまで待機し、回転していればステップS3に進む。

【0035】ステップS3では再度ハンドピース1がスタート位置にあるかが判定され、否であれば各関節15aの角度が入力されてハンドピース1の先端の位置と方向が演算されて記憶される。この手順は次のステップS4でハンドピース1の先端、つまり切削具1aが歯科模型16に接触していると判定されるまで繰り返して行われ、その結果が逐次記憶される。ステップS4で接触していると判定された場合には、その時の各関節の角度からハンドピース1の先端の位置と方向が演算されて記憶されるが、この手順は次のステップS5でハンドピース1の先端が歯科模型16の表面よりも内側に位置していると判定されるまで繰り返して行われ、その結果が逐次記憶される。

【0036】ステップS5でハンドピース1の先端が歯科模型16の表面よりも内側に位置していると判定されると、上述と同様にハンドピース1の先端の位置と方向が演算されて記憶され、ハンドピース1の先端が歯科模型16の表面よりも外側に出るまでこの手順が繰り返されてその結果が逐次記憶される。又、ハンドピース1の先端が歯科模型16の表面よりも外側に出たということは、切削作業が終了したとみなされるのでステップS4に戻り、ここでハンドピース1の先端が歯科模型16に接触していなければステップS3に戻り、ハンドピース1がスタート位置にあれば作業が終了したと判定され、ステップS6に進んでハンドピース1は停止する。

【0037】一方、ステップS1からステップS11に進んだ場合には、ハンドピース1がスタート位置にあるか否かが判定され、否であればハンドピース1が回転しているか否かが判定され、否であればその旨報知されて回転されるまで待機し、回転していればステップS12に進む。ここではステップS3と同様な手順でハンドピ



ース1の先端の位置と方向が演算されて記憶されるが、この手順は次のステップS13でハンドピース1の先端が歯科模型16の表面よりも内側に位置していると判定されるまで繰り返され、その結果が逐次記憶される。ステップS13ではステップS5と同様な手順でハンドピース1の先端の位置と方向が演算されて記憶され、更にその結果が表示されるが、この手順は次のステップS14で切り込み量があらかじめ設定されている深さ以内であると判定されている間は繰り返され、その結果が逐次記憶され、又表示される。

【0038】ステップS14で切り込み量が設定値に達したと判定されると、その旨が報知されると共に拘束／駆動機構6が作動して関節15aの動きが拘束され、それ以上深く削ることが防止される。この手順は、切削予定箇所全域について切削が行われ、次のステップS15で設定切削量を削り終ったと判定されるまで繰り返されるが、削り終ったと判定されるとその旨が報知されると共に表示されてステップS12に戻り、ハンドピース1がスタート位置にあれば作業が終了したと判定され、ステップS16に進んでハンドピース1は停止する。以上は、指導者によるハンドピースの動きと受講者のそれとを検出してそれぞれ記憶する手順を中心としたものであるが、更にこの検出結果を利用して両者の比較検討を行い、あるいは、拘束／駆動機構6をステップS14で作動させるだけでなくそれ以前のステップでもこれを作動させたり、位置の表示もステップS13だけでなく開始から終了まで行うなど、種々の応用が可能である。

【0039】次に、実体模型などの被切削物を実際には切削せず、被切削物を画像上の模型として表示部4に表示すると共に、ハンドピース1もその動きに応じて表示部4に表示することを前提とした第4の発明の実施例について述べる。この場合の装置のブロック図も第2図を流用できるが、内容は若干異なるものとなる。例えば、切削具1aはこれと同じ形状の接触子と置き換えることができるし、表示部4は必須である。又、報知部5からは回転音を出力すると共に、例えば接触子1aが被切削物に接触し、あるいは切削している状態になった時に回転音を低下させると共に切削音が発生させるなど、音を変化させることにより臨場感を与えるようにしてもよい。

【0040】この実施例では、ハンドピース1の先端、つまり切削具又は接触子1aが被切削物、例えば歯牙模型に実際には接触せず、切削具又は接触子1aには外力が作用しない。このため、圧力センサ7も図10のものでは役に立たないので、例えば図13のような構成が採用される。すなわち、図のようにハンドピース1は自在継手31aを介してハンドピースホルダー31に保持するようにし、軸方向の応力を検出する歪ゲージ7b及び7cと、軸に垂直な方向の応力を検出する歪ゲージ7d及び7eとを自在継手31aとハンドピースホルダー31

1の間に設けてある。従って、データ上で切削具又は接触子1aが被切削物に接触し、あるいは切削している状態になった時には多関節アームの動きを拘束し、ハンドピースホルダー31とハンドピース1との間に応力を発生させてこれを外力として検出するのである。

【0041】以下、この実施例の制御の基本的な手順を図14により説明する。なお、被切削物として歯科模型が用いられるものとして記述する。まず、ステップS21でモード設定をし、既知の歯科模型16の形状データと使用されるハンドピース1の切削具又は接触子1aを含む先端の形状データとが入力され、歯科模型16の形状が表示部4に表示される。次いでステップS22でフートスイッチのオン／オフ信号が入力され、更に各関節15aの角度が入力されてハンドピース1の先端の位置と方向が演算されて記憶される。

【0042】ステップS23では切削具又は接触子1aが歯科模型16に接触する位置にあるか否かが判定され、接触位置にあればステップS25に進み、その位置になれば更にフートスイッチ8のオン／オフが判定され、オンであればステップS24に進み、オンでなければステップS22に戻ってその手順が繰り返される。ステップS24では再度切削具又は接触子1aが歯科模型16に接触する位置にあるか否かが判定され、接触位置にあればステップS25に進み、その位置になればステップS22に戻ってその手順が繰り返される。ステップS25では拘束／駆動機構6が作動して関節15aの動きが拘束され、歯科模型16に接触した感触がハンドピース1を持つ手に与えられる。次のステップS26で再度フートスイッチ8のオン／オフが判定され、オンであればステップS27に進み、オンでなければステップS23に戻ってその手順が繰り返される。

【0043】ステップS27では図13に示した構成による圧力センサ7の検出信号が入力され、これに基づいて切削スピードが演算される。そしてステップS28では切削スピードに対応する外力が演算され、これに対応した力で関節15aの動きに制動が掛けられ、ハンドピースを歯科模型16に押し付けながら切削している感触がハンドピース1を持つ手に与えられる。更に、次のステップS29ではステップS27で求められた切削スピードに応じて単位時間当たりのハンドピース1の移動量が演算され、ハンドピースの位置とその変化量とに応じて歯科模型16の画像から該当する被切削部位を消去する演算が行われ、ステップS30でハンドピース1の画像と被切削部位が消去された後の歯科模型16の画像が表示される。そしてステップS24に戻って以上の手順が繰り返されるのである。

【0044】上述の実施例からも理解できるように、この発明の装置によればハンドピース1の切削具又は接触子1aの先端の位置を逐次検出しているので、切削具又は接触子1aを被切削物の表面に満遍なく接触させるこ

とにより、被切削物の形状を測定することができる。従って、本装置は特に構成を変えずにそのまま3次元形状の測定装置としても利用できるものであり、例えば任意の形状の歯牙模型の形状データを取り込み、その後でこのデータに基づいて歯牙模型の画像を表示再現して切削動作に移るといったような操作が可能となるのである。

【0045】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明は、ハンドピースの被切削物に対する相対的な位置と向きなどを検出して逐次記憶し、記憶されたデータによりハンドピースの位置と向きの瞬時値や軌跡を表示したり、ハンドピースの動きを制限したり、ハンドピースを駆動してあらかじめ記憶手段に記憶させた動きを再現したりできるようにしたものである。従って、例えば切削作業時のハンドピースの動きを指導者と受講者について比較検討し、あるいは指導者によるハンドピースの動きを再現するなど、種々の使い方ができるシミュレーション装置が得られ、歯科や耳鼻科等における切削技術の教育に大きな効果が得られる。又、この装置により歯科模

型などの形状を測定することも可能となる。

【0046】又、表示手段に被切削物の画像を表示する場合には、コンピュータグラフィックスとの組み合わせが可能となり、特に、表示手段として頭部搭載型ディスプレイを使用することにより大きな効果が得られる。この場合には、熟練者の技法を画面に再現してそれを模倣することで、最適な診療ポジション、術野の確保、治療部位へのアクセス、治療器具の取り扱いなど、非定型で動的な医療行為をあたかもマン・ツー・マンのような状態でしかも臨場感のある擬似体験を通して修得することができる。又実際の治療に先立ってシミュレーションを行い、病巣や血管の位置などを確認すると共に施術中に起こり得る種々のトラブルを事前に検討することも可能となり、効率よく安全な施術を行うことが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の基本的な構成を示す図である。

【図2】この発明の実施例の装置のブロック図である。

【図3】実施例の装置における多関節アームの斜視図で

ある。

【図4】実施例の装置における拘束／駆動機構の一例を示す図である。

【図5】拘束／駆動機構の他の例を示す図である。

【図6】同じく拘束／駆動機構の他の例を示す図である。

【図7】同じく拘束／駆動機構の他の例を示す図である。

【図8】同じく拘束／駆動機構の他の例を示す図である。

【図9】同じく拘束／駆動機構の他の例を示す図である。

【図10】実施例の装置における圧力センサの構成を示す断面図である。

【図11】実施例の制御手順のフローチャートである。

【図12】同じく実施例の制御手順のフローチャートである。

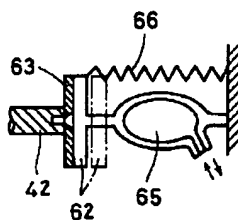
【図13】他の実施例の装置における圧力センサの構成を示す断面図である。

【図14】同実施例の制御手順のフローチャートである。

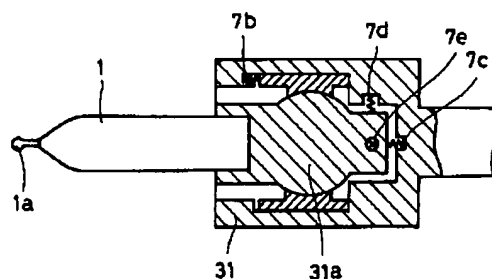
【符号の説明】

- 1 ハンドピース
- 1a 切削具又は接触子
- 2 位置センサ
- 4 表示手段
- 4b 頭部搭載型ディスプレイ
- 5 報知部
- 6 拘束／駆動機構
- 7 圧力センサ
- 14 コンピュータ
- 15 多関節アーム
- 15a 関節
- 16 歯科模型
- 31 ハンドピースホルダー
- 32 カウンターバランス
- 44 ロータリーエンコーダ

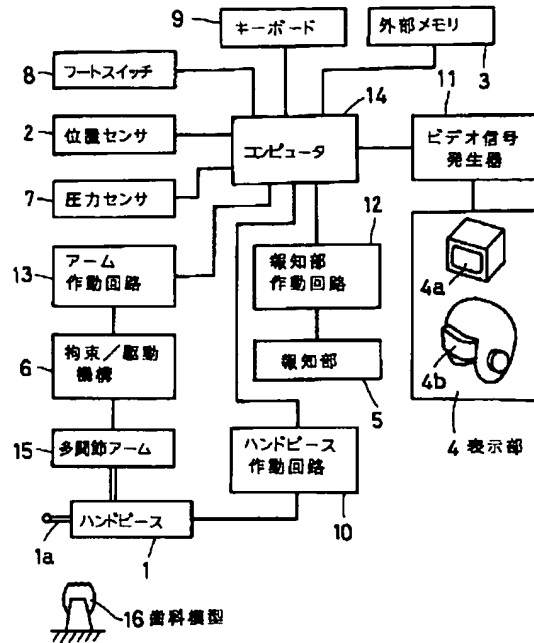
【図8】



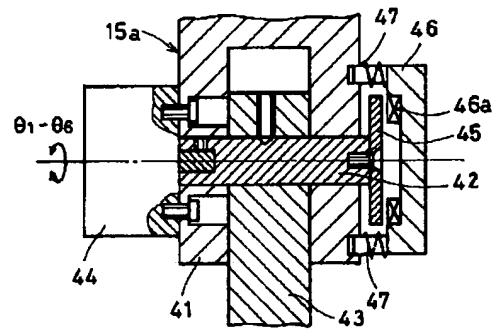
【図13】



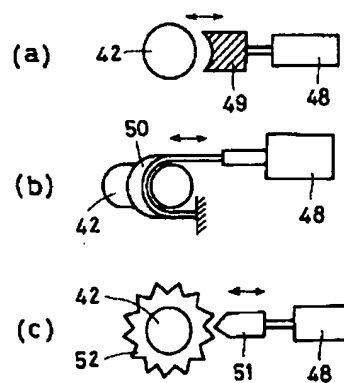
【図 2】



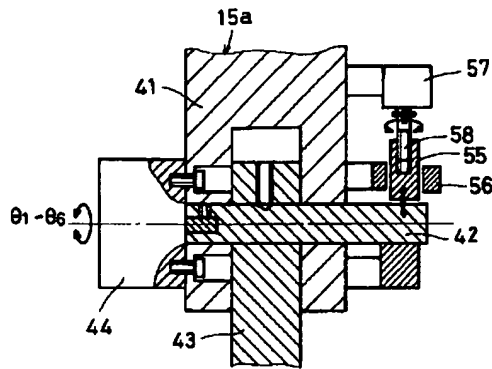
【図4】



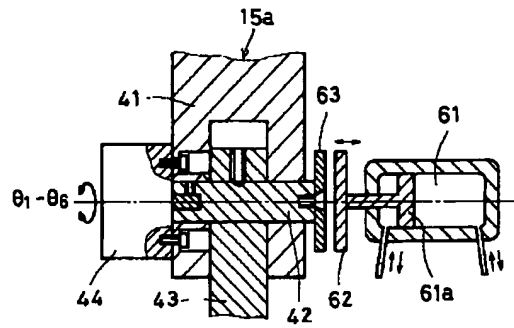
【图 5】



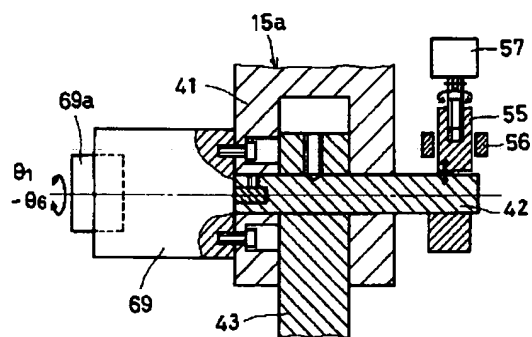
【図6】



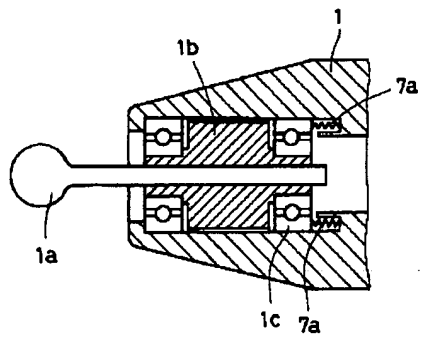
【図7】



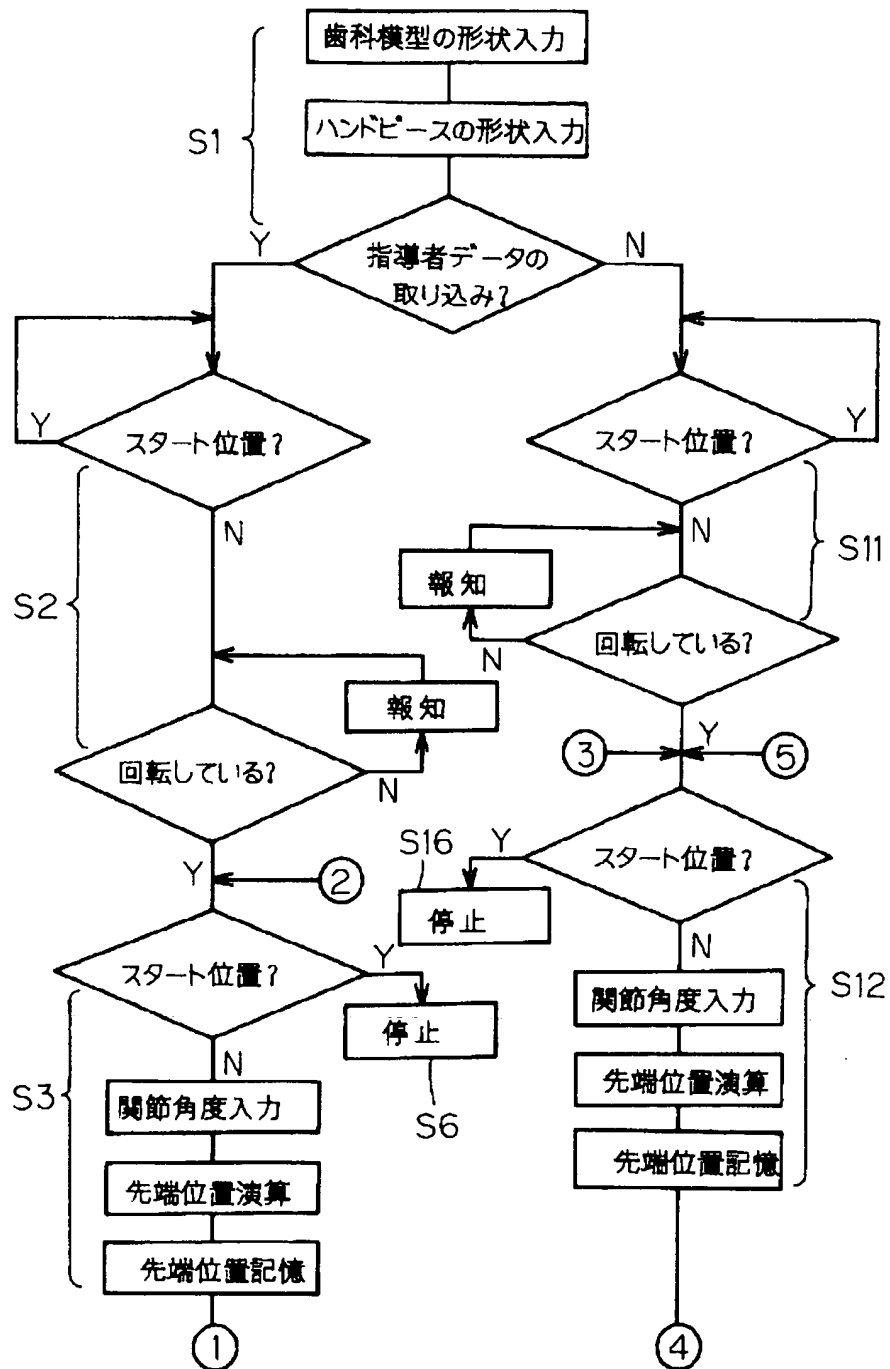
【図9】



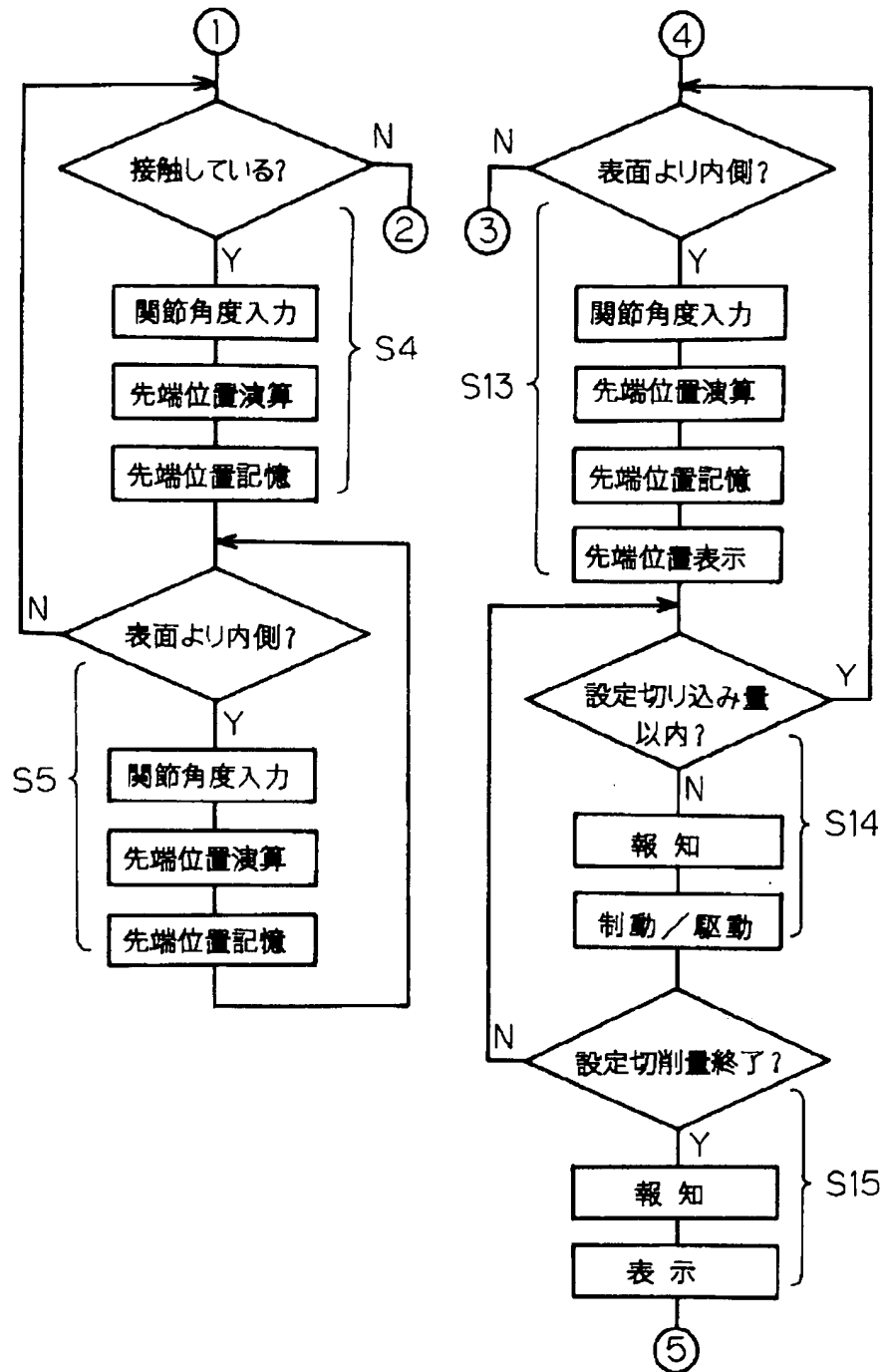
【図10】



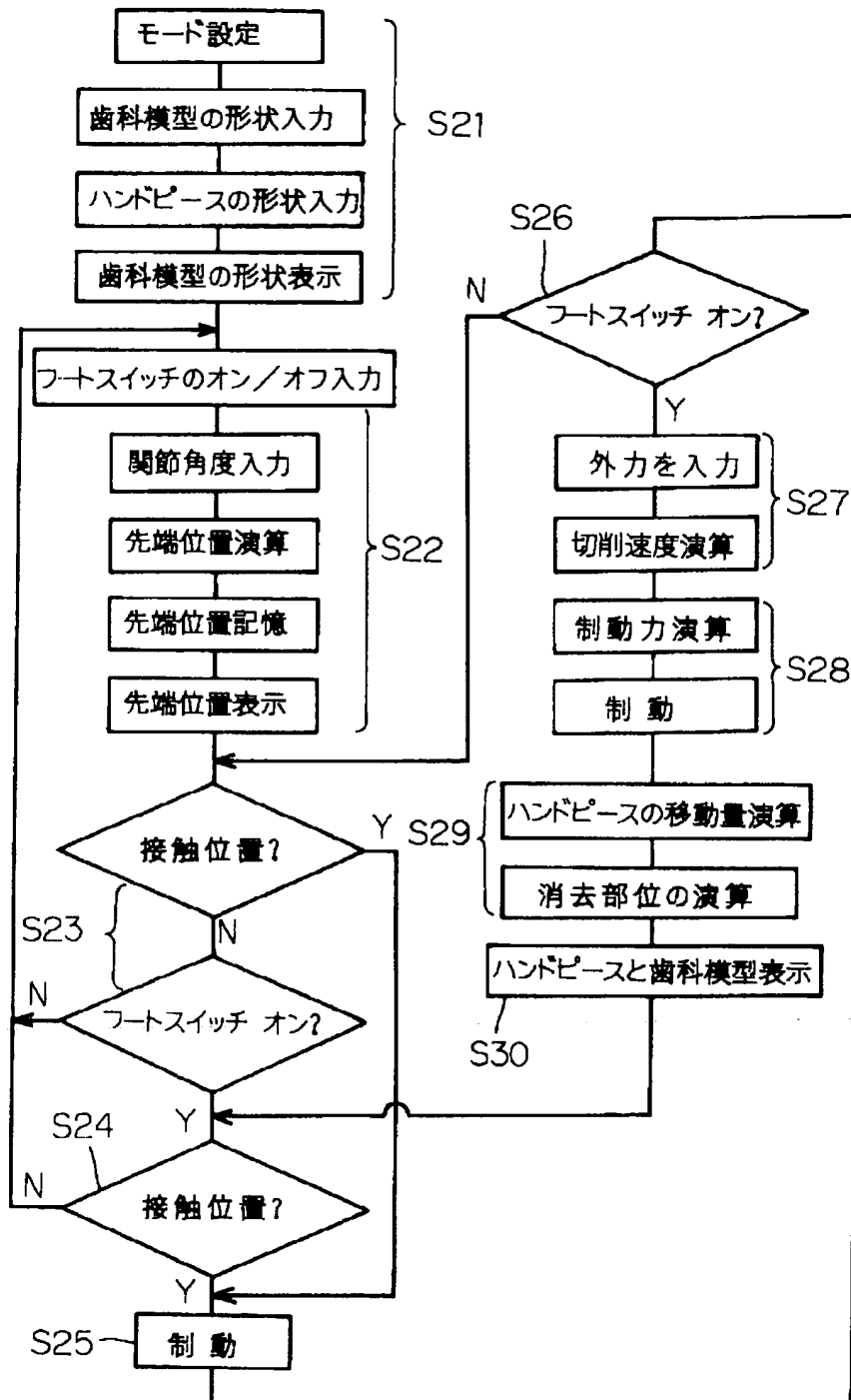
【図11】



【図12】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**